

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-125237

(43)公開日 平成10年(1998)5月15日

(51)IntCl. ⁶	識別記号	F I	
H 0 1 J 11/02		H 0 1 J 11/02	B
9/02		9/02	F
11/00		11/00	K

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 16 頁)

(21)出願番号	特願平8-328458	(71)出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22)出願日	平成8年(1996)12月9日	(72)発明者	青木 正樹 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
(31)優先権主張番号	特願平7-326766	(72)発明者	鳥井 秀雄 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
(32)優先日	平7(1995)12月15日	(72)発明者	藤井 映志 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
(33)優先権主張国	日本 (J P)	(74)代理人	弁理士 中島 司朗
(31)優先権主張番号	特願平8-162639		
(32)優先日	平8(1996)6月24日		
(33)優先権主張国	日本 (J P)		
(31)優先権主張番号	特願平8-223428		
(32)優先日	平8(1996)8月26日		
(33)優先権主張国	日本 (J P)		

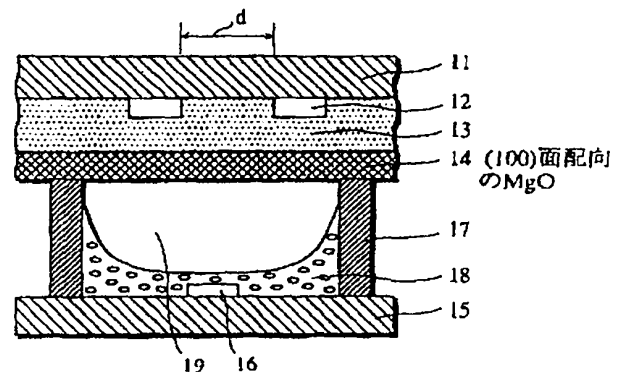
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 プラズマディスプレイパネル及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 PDPにおいて、放電エネルギーの可視光への変換効率を向上させることによってパネル輝度を向上させること、及び誘電体ガラス層を保護する保護層を改良してパネル寿命を向上させること。

【解決手段】 放電ガス中のXeの含有量を従来よりも大きい10体積%以上、100体積%未満の範囲に設定すると共に、放電ガスの圧力を従来よりも高い500 Torr～760 Torrの範囲に設定することによって、紫外線の発光効率並びに蛍光体での変換効率が向上しパネル輝度が向上する。また、誘電体ガラス層の表面に(100)面または(110)面配向した緻密なアルカリ土類の酸化物からなる保護層を配設した。このような保護層は、熱CVD法、プラズマCVD法、或はイオンビームや電子ビームを照射しながら蒸着する方法で形成することができ、耐スパッタリング性が高く、誘電体ガラス層の保護効果が大きいのでパネル寿命が向上する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の電極及び誘電体ガラス層が配設されたフロントカバープレートと、第 2 の電極及び蛍光体層が配設されたバックプレートとが、前記誘電体ガラス層及び蛍光体層を対向させた状態で配され、前記フロントカバープレート及びバックプレートの間に隔壁で仕切られた放電空間が形成され、前記放電空間内にガス媒体が封入されてなるプラズマディスプレイパネルにおいて、

前記ガス媒体は、

複数の希ガス元素の混合体であって、キセノンを 10 体積%以上、100 体積%未満含有するものであり、その封入圧力は、500～760 Torr であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

【請求項 2】 前記ガス媒体は、

ヘリウム-キセノン系、ネオン-キセノン系、アルゴン-キセノン系、クリプトン-キセノン系、アルゴン-ネオン-キセノン系、アルゴン-ヘリウム-キセノン系、クリプトン-ネオン-キセノン系及びクリプトン-ヘリウム-キセノン系から選択されたものであることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 3】 前記ガス媒体の組成及び封入圧力は、放電時に該ガス媒体から発光される紫外線の主な波長が、キセノンの分子線による励起波長となるように設定されていることを特徴とする請求項 2 記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 4】 前記ガス媒体には、

キセノンが 10～70 体積%含有されていることを特徴とする請求項 2 記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 5】 前記ガス媒体には、

アルゴンが 10～50 体積%含有され、ネオンまたはヘリウムが 10～50 体積%含有されていることを特徴とする請求項 4 記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 6】 前記ガス媒体には、

クリプトンが 10～50 体積%含有され、ネオンまたはヘリウムが 10～50 体積%含有されていることを特徴とする請求項 4 記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 7】 前記誘電体ガラス層は、

(100) 面または(110)面に配向したアルカリ土類の酸化物からなる保護層が被覆されていることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 8】 前記保護層は、

熱化学蒸着法もしくはプラズマ化学蒸着法で、アルカリ土類の有機金属化合物及び酸素を用いて形成されたものであることを特徴とする請求項 7 記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 9】 前記保護層は、

(100) 面または(110)面に配向した酸化マグネ

シウムからなることを特徴とする請求項 7 記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 10】 前記保護層は、

熱化学蒸着法もしくはプラズマ化学蒸着法で、マグネシウムの有機金属化合物及び酸素を用いて形成されたものであることを特徴とする請求項 9 記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 11】 前記保護層は、

板状結晶のマグネシウム塩を、前記誘電体ガラス層上に印刷し焼成することによって形成されたものであることを特徴とする請求項 9 記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 12】 第 1 の電極及び誘電体ガラス層が配設されたフロントカバープレートの誘電体ガラス層の上に、(100) 面または(110)面に配向したアルカリ土類の酸化物からなる保護層を形成する第 1 ステップと、

保護層が形成されたフロントカバープレートと、第 2 の電極及び蛍光体層が配設されたバックプレートとを、対向して配すると共に、フロントカバープレート及びバックプレートの間に形成される放電空間内にガス媒体を封入する第 2 ステップとを備えることを特徴とするプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 13】 前記第 1 ステップでは、

熱化学蒸着法もしくはプラズマ化学蒸着法で、アルカリ土類の有機金属化合物及び酸素を用いて保護層を形成することを特徴とする請求項 12 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 14】 前記第 1 ステップで用いるアルカリ土

類の有機金属化合物は、アルカリ土類の金属キレート化合物又はアルカリ土類のシクロペンタジエニル化合物であることを特徴とする請求項 13 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 15】 前記第 1 ステップで用いるアルカリ土類の有機金属化合物は、

$M(C_{11}H_{19}O_2)_2$, $M(C_6H_7O)_2$, $M(C_6H_5F_3O_2)_2$, $M(C_6H_5)_2$

から選択されたものであることを特徴とする請求項 14 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。(但し、Mは、マグネシウム、ベリリウム、カルシウム、ストロンチウム、バリウムから選択された元素を表す)

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、表示デバイスなどに用いるプラズマディスプレイパネル及びその製造方法に関するものであって、特に、高品位用のプラズマディスプレイパネルに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ハイビジョンをはじめとする高品

位で大画面のテレビに対する期待が高まっている中で、CRT、液晶ディスプレイ（以下、LCDと記載する）、プラズマディスプレイパネル（Plasma Display Panel、以下PDPと記載する）といった各ディスプレイの分野において、これに適したディスプレイの開発が進められている。

【0003】従来からテレビのディスプレイとして広く用いられているCRTは、解像度・画質の点で優れているが、画面の大きさに伴って奥行き及び重量が大きくなる点で40インチ以上の大画面には不向きである。また、LCDは、消費電力が少なく、駆動電圧も低いという優れた性能を有しているが、大画面を作製するのに技術上の困難性があり、視野角にも限界がある。

【0004】これに対して、PDPは、小さい奥行きでも大画面を実現することが可能であって、既に40インチクラスの製品も開発されている。PDPは、大別して直流型（DC型）と交流型（AC型）とに分けられるが、現在では大型化に適したAC型が主流となっている。図7は、従来の一般的な交流面放電型PDPの概略断面図である。図7において、フロントカバープレート1上に表示電極2が配設され、その上を鉛ガラス〔 $PbO-B_2O_3-SiO_2$ ガラス〕からなる誘電体ガラス層3で覆われている。

【0005】また、バックプレート5上には、アドレス電極6と隔壁7と、赤または緑または青の紫外線励起蛍光体からなる蛍光体層8とが配設され、誘電体ガラス層3、バックプレート5、隔壁7に囲まれた放電空間9内には放電ガスが封入されている。封入する放電ガスとしては、一般的にヘリウム〔He〕とキセノン〔Xe〕の混合ガス系やネオン〔Ne〕とキセノン〔Xe〕との混合ガス系が用いられており、通常Xeの量は、回路の駆動電圧があまり高くないように、0.1～5体積％程度の範囲に設定されている。

【0006】また、放電ガスの封入圧力は、放電電圧を安定化させることを考慮して、通常、100～500 Torr程度の範囲に設定されている（例えば、M. Noborio, T. Yoshioka, Y. Sano, K. Nunomura, SID94' Digest 727～730 1994参照）。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】このようなPDPにおいて、以下に述べるように、輝度及び寿命に対する課題がある。40～42インチクラスのテレビ用のPDPにおいて、NTSCの画素レベル（画素数640×480個、セルピッチ0.43mm×1.29mm、1セルの面積0.55mm²）の場合、現在150～250cd/m²程度の画面輝度が獲られている（機能材料1996年2月号Vol. 16, No. 2 ページ7参照）。

【0008】これに対して、近年期待されているフルスペックの42インチクラスのハイビジョンテレビでは、

画素数が1920×1125で、セルピッチは0.15mm×0.48mmとなる。この場合、1セルの面積は0.072mm²であって、NTSCの場合と比べて1/7～1/8となるため、42インチのハイビジョンテレビ用のPDPを、従来通りのセル構成で作成した場合、画面の輝度は30～40cd/m²程度に低下することが予想される。

【0009】従って、42インチのハイビジョンテレビ用のPDPにおいて、現行のNTSCのCRT並の明るさ（500cd/m²）を得ようとすれば、各セルの輝度を12～15倍程度に向上させることが必要となる。このような背景のもとで、PDPのセルの輝度を向上させる技術が望まれている。

【0010】PDPの発光原理は基本的に蛍光灯と同様であって、放電に伴って放電ガスから紫外線が放出され、この紫外線によって赤、緑、青の蛍光体が励起発光されるが、放電エネルギーの紫外線への変換する効率や、蛍光体における可視光への変換効率が低いので、蛍光灯のように高い輝度を得ることは難しい。この点に関して、応用物理Vol. 51, No. 3 1982年 ページ344～347には、He-Xe, Ne-Xe系のガス組成のPDPにおいて、電気エネルギーの約2％しか紫外線放射に利用されておらず、最終的に可視光に利用されるのは0.2％程度ということが記載されている（光学技術コンタクトVol. 34, No. 1 1996年 ページ25, FLAT PANEL DISPLAY '96' Part 5-3, NHK 技術研究第31巻第1号 昭和54年 ページ18参照）。

【0011】従って、PDPのセルの輝度を向上させるためには、発光効率を向上させることが重要と考えられる。次に、PDPの寿命について見ると、一般に、PDPの寿命を決定する要因としては、狭い放電空間内にプラズマを閉じ込め紫外線を発生させるため蛍光体層が劣下すること、並びに、誘電体ガラス層がガス放電によってスパッタされて劣化することの2点が挙げられ、蛍光体の長寿命化や誘電体ガラス層の劣化防止のための研究が行われている。

【0012】従来よりPDPにおいては、誘電体ガラス層の劣化を防止するため、図7に示すように、誘電体ガラス層3の表面に、酸化マグネシウム〔MgO〕からなる保護層4を真空蒸着法によって形成している。保護層4の性質としては、耐スパッタ性が良好で、2次電子の放出量が大いことが望ましいが、従来の真空蒸着法によって形成した酸化マグネシウム層では、十分な耐スパッタ性を有する保護層を得ることが困難で、放電に伴って保護層の2次電子の放出量が低下するという問題もある。

【0013】本発明は、このような課題に鑑み、PDPにおいて、放電エネルギーの可視光への変換効率を向上させることによってパネル輝度を向上させることを第1の

目的とし、誘電体ガラス層を保護する保護層を改善してパネル寿命を向上させることを第2の目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】第1の目的を達成するため、本発明は、放電ガス中のXeの含有量を従来よりも大きい10体積%以上、100体積%未満の範囲に設定すると共に、放電ガスの圧力を従来よりも高い500 Torr～760 Torrの範囲に設定した。この構成によってパネル輝度が向上されるのは、放電空間中のXeの量が増大することによって紫外線の発生量が多くなることと、発光される紫外線の中でXe分子の分子線による励起波長（波長173nm）の比率が大きくなることにより蛍光体での可視光への変換効率が向上することによるものと考えられる。

【0015】また、第2の目的を達成するため、本発明は、誘電体ガラス層の表面に（100）面または（110）面配向したアルカリ土類の酸化物からなる保護層を配設した。従来の真空蒸着法（EB法）によって形成した酸化マグネシウムの保護層は、結晶面が（111）面に配向しているが、これと比べて、（100）面または（110）面配向したアルカリ土類の酸化物からなる保護層は、膜が緻密で耐スパッタ性が良好であると共に2次電子の放出量も大きい。

【0016】従って、誘電体ガラス層の劣化を抑制する効果が優れると共に、放電電圧を低く維持する効果を奏する。また、熱CVD法やプラズマCVD法は、従来、保護層の形成法として用いられなかったが、この方法で（100）面配向のアルカリ土類の酸化物からなる保護層を形成すると、特にこれらの効果が優れたものとなる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明する。

【実施の形態1】

（PDPの全体的な構成及び製法）図1は、本実施の形態に係る交流面放電型PDPの概略断面図である。図1ではセルが1つだけ示されているが、赤、緑、青の各色を発光するセルが多数配列されてPDPが構成されている。

【0018】このPDPは、前面ガラス基板11上に放電電極12と誘電体ガラス層13が配された前面パネルと、背面ガラス基板15上にアドレス電極16、隔壁17、蛍光体層18が配された背面パネルとを張り合わせ、前面パネルと背面パネルの間に形成される放電空間19内に放電ガスが封入された構成となっており、以下に示すように作製される。

【0019】前面パネルの作製：前面パネルは、前面ガラス基板11上に放電電極12を形成し、その上を鉛系の誘電体ガラス層13で覆い、更に誘電体ガラス層13の表面上に保護層14を形成することによって作製す

る。本実施の形態では、放電電極12は銀電極であって、銀電極用のペーストをスクリーン印刷した後焼成する方法で形成する。また、鉛系の誘電体ガラス層13の組成は、酸化鉛[PbO]75重量%、酸化硼素[B₂O₃]15重量%、酸化珪素[SiO₂]10重量%であって、スクリーン印刷法と焼成によって形成する。

【0020】保護層14は、アルカリ土類の酸化物からなり、結晶が（100）面に配向された緻密な膜構造となっている。本実施の形態では、CVD法（熱CVD法、プラズマCVD法）を用いて、このような（100）面配向の酸化マグネシウムからなる緻密な保護層を形成する。具体的なCVD法による保護層の形成方法については後述する。

【0021】背面パネルの作製：背面ガラス基板15上に、銀電極用のペーストをスクリーン印刷しその後焼成する方法によってアドレス電極16を形成し、ガラス製の隔壁17を所定のピッチで固着する。そして、隔壁17に挟まれた各空間内に、赤色蛍光体、緑色蛍光体、青色蛍光体の中の1つを配設することによって蛍光体層18を形成する。各色の蛍光体としては、一般的にPDPに用いられている蛍光体を用いることができるが、ここでは次の蛍光体を用いる。

【0022】

赤色蛍光体：(Y_xGd_{1-x})BO₃；Eu³⁺

緑色蛍光体：BaAl₁₂O₁₉；Mn

青色蛍光体：BaMgAl₁₄O₂₃；Eu²⁺

パネル張り合わせによるPDPの作製：次に、このように作製した前面パネルと背面パネルとを封着用ガラスを用いて張り合わせると共に、隔壁17で仕切られた放電空間19内を高真空（8×10⁻⁷Torr）に排気した後、所定の組成の放電ガスを所定の圧力で封入することによってPDPを作製する。

【0023】なお、本実施の形態では、PDPのセルサイズは、40インチクラスのハイビジョンテレビに適合するよう、セルピッチを0.2mm以下、放電電極12の電極間距離dを0.1mm以下に設定する。封入する放電ガスの組成は、従来から用いられているHe-Xe系、Ne-Xe系であるが、Xeの含有量を10体積%以上に設定し、封入圧力は500～760 Torrの範囲に設定する。

【0024】（CVD法による保護層の形成について）図2は、保護層14を形成する際に用いるCVD装置の概略図である。このCVD装置は、熱CVD及びプラズマCVDのいずれも行うことができるものであって、CVD装置本体25の中には、ガラス基板27（図1における放電電極12及び誘電体ガラス層13を形成した前面ガラス基板11）を加熱するヒータ部26が設けられ、CVD装置本体25内は排気装置29で減圧にすることができるようになっている。また、CVD装置本体25の中にプラズマを発生させるための高周波電源28

が設置されている。

【0025】Arガスポンプ21a、21bは、キャリアであるアルゴン[Ar]ガスを、酸化器(バブラー)22、23を経由してCVD装置本体25に供給するものである。酸化器22は、アルカリ土類の酸化物の原料(ソース)となる金属キレートを加熱して貯え、Arガスポンプ21aからArガスを吹き込むことによって、この金属キレートを蒸発させてCVD装置本体25に送り込むことができるようになっている。

【0026】酸化器23は、アルカリ土類の酸化物の原料(ソース)となるシクロペンタジエニル化合物を加熱して貯え、Arガスポンプ21bからArガスを吹き込むことによって、このシクロペンタジエニル化合物を蒸発させてCVD装置本体25に送り込むことができるようになっている。酸素ポンプ24は、反応ガスである酸素[O₂]をCVD装置本体25に供給するものである。

【0027】(1) このCVD装置を用いて熱CVDを行う場合、ヒータ部26の上に、誘電体ガラス層を上にしてガラス基板27を置き、所定の温度(350~400℃、表1の「ガラス基板の加熱温度」参照)に加熱すると共に、反応容器内を排気装置29で減圧にする(数十Torr程度)。そして、酸化器22または酸化器23で、ソースとなるアルカリ土類の金属キレートまたはシクロペンタジエニル化合物を、所定の温度(表1の「酸化器の温度」参照)に加熱しながら、Arガスポンプ21aまたは21bからArガスを送り込む。また、これと同時に、酸素ポンプ24から酸素を流す。

【0028】これによって、CVD装置本体25内に送り込まれる金属キレートもしくはシクロペンタジエニル化合物が、酸素と反応し、ガラス基板27の誘電体ガラス層の表面上に、アルカリ土類の酸化物からなる保護層が形成される。

(2) 上記構成のCVD装置を用いて、プラズマCVDを行う場合も、熱CVDの場合とほぼ同様に行うが、ヒータ部26によるガラス基板27の加熱温度は250~300℃程度(表1の「ガラス基板の加熱温度」参照)に設定し、排気装置29を用いて反応容器内を10Torr程度に減圧し、高周波電源28を駆動して13.56MHzの高周波電界を印加することにより、CVD装置本体25内にプラズマを発生させながら、アルカリ土類の酸化物からなる保護層を形成する。

【0029】ところで、従来、保護層の形成に熱CVD法やプラズマCVD法が用いられなかった理由の一つとして適当なソースが見つからなかった点が考えられるが、本発明者等は、以下に示すようなソースを用いることによって熱CVD法あるいはプラズマCVD法を用いて保護層を形成することを可能とした。酸化器22及び23から供給するソース(金属キレート及びシクロペンタジエニル化合物)の具体例としては、アルカリ土類の

ジビバロイルメタン化合物[M(C₁₁H₁₉O₂)₂]、アルカリ土類のアセチルアセトン化合物[M(C₅H₇O₂)₂]、アルカリ土類のトリフルオロアセチルアセトン化合物[M(C₅H₅F₃O₂)₂]、アルカリ土類のシクロペンタジエニル化合物[M(C₅H₅)₂]を挙げることができる(上記化学式で、Mはアルカリ土類の元素を表す)。

【0030】なお、本実施の形態では、アルカリ土類はマグネシウムであって、Magnesium Dipivaloyl Methane [Mg(C₁₁H₁₉O₂)₂]、Magnesium Acetylacetone [Mg(C₅H₇O₂)₂]、Cyclopentadienyl Magnesium [Mg(C₅H₅)₂]、Magnesium Trifluoroacetylacetone [Mg(C₅H₅F₃O₂)₂]をソースとして用いる。

【0031】そして、このように熱CVD法或はプラズマCVD法によって保護層を形成すれば、アルカリ土類の酸化物の結晶が緩やかに成長するようコントロールされ、(100)面配向の緻密なアルカリ土類の酸化物からなる保護層を形成することができる。

(保護層を(100)面配向の酸化マグネシウムとしたことによる効果)従来の真空蒸着法(EB法)によって形成した酸化マグネシウムの保護層は、X線解析によると、結晶が(111)面配向となっている(表2のNo. 15、表4のNo. 67、69参照)が、これと比べて、(100)面配向の酸化マグネシウムからなる保護層は、以下のような特徴及び効果がある。

【0032】*(100)面に配向した酸化マグネシウムの層は、緻密であるため耐スパッタ性に優れ、誘電体ガラス層の保護効果が大きい。従って、PDPの長寿命化に寄与する。

30 * (100)面に配向した酸化マグネシウムの層は二次電子の放出係数(γ値)が大きいので、PDPの駆動電圧の低下及びパネル輝度の向上に寄与する。

【0033】*(111)面に配向した酸化マグネシウムの層は、各種配向面の中でも最も表面エネルギーの高い面を形成するため、大気中の水分と反応して水酸化物を形成しやすい(表面技術Vol. 41, No. 4 1990 ページ50、特開平5-342991号公報参照)。そして、放電中にその水酸化物が分解して、2次電子の放出量が低下するという問題があるが、(100)面配向の酸化マグネシウムの層においては、そのような問題が生じにくい。

【0034】*(111)面に配向した酸化マグネシウムの層の場合、耐熱性は350℃以下であるが、(100)面配向の酸化マグネシウムの層は耐熱性に優れるため、フロントカバープレートとバックプレートを張り合わせて熱処理する工程において、450℃程度の高温で熱処理することができる。

* パネルを張り合わせてPDPを作製した後のエイジング処理を、比較的短時間で行うことができる。

50 【0035】このような特徴及び効果は、熱CVD法や

プラズマCVD法で(100)面配向の酸化マグネシウムからなる保護層を形成した場合においては、特に顕著に見られる。

(放電ガス中のXe量及び封入圧力と輝度との関係について)放電ガスのXeの含有量を10体積%以上、封入圧力を500~760 Torrに設定することによってパネル輝度が向上する理由としては、次の2点が考えられる。

【0036】①紫外線発光量が増大する：放電ガスのXeの含有量を従来より大きく設定し、封入圧力も従来より大きく設定したことによって、放電空間内に閉じ込められるXeの量が従来より大きくなり、その結果、紫外線発光量が大きくなる。

②紫外線の波長が長波長にシフトし、蛍光体の変換効率が向上する：従来は、放電ガス中のXeの含有率は5重量%以下、封入圧力も500 Torr未満であったため、Xeからの紫外線発光は147nm(Xe原子の共鳴線)が主であったが、Xeの含有量を10体積%以上に設定し、封入圧力も500 Torr以上に設定することによって、長波長である173nm(Xe分子の分子線による励起波長)の割合が増大し、これによって蛍光体の変換効率が向上する(電気学会研究会資料、プラズマ研究会 1995年5月9日参照)。

【0037】これは、以下の説明からも裏づけられることである。図3は、He-Xe系の放電ガスを用いたPDPにおいて、封入ガス圧を変化させたときに、Xeが発光する紫外線の波長と発光量との関係がどのように変化するかを示すグラフであって、「O Plus E No. 195 1996年のP. 98」に記載されているものである。

【0038】図3から、封入圧力が低い場合には、Xeから発光される紫外線は147nm(Xe原子の共鳴線)が主であるが、封入圧力を高めるにつれて長波長の173nmの割合が増大することがわかる。また、図4(a), (b), (c)は、各色蛍光体について励起波長と相対放射効率との関係を示すグラフであって、「O Plus E No. 195 1996年のP. 99」に記載されているものである。この図4から、いずれの蛍光体についても、波長147nmと比べて波長173nmの方が相対放射効率が高いことがわかる。

(放電ガスの封入圧力、放電電極間の距離dと、パネルの駆動電圧との関係についての考察)本実施の形態では、放電ガスにおけるXeの含有量及びガスの封入圧力を従来より高く設定しているが、一般的には、Xeの含有量やガスの封入圧力を高くすると放電開始電圧Vfが大きくなり、PDPの駆動電圧が大きくなる点で不都合と考えられている(「特開平6-342631号公報のコラム2の第8行~第16行」、「平成8年 電気学会全国大会シンポジウム S3-1 プラズマディスプレイ放電、平成8年3月」参照)。

【0039】しかしながら、このような関係は、ある条件の下では当てはまっても、常に当てはまるものではなく、以下に説明するように、本実施形態のように放電電極間の距離dが比較的小さく設定する場合には、封入圧力を高く設定しても駆動電圧を低く抑えることができる。「電子ディスプレイデバイス、オーム社、昭和59年、P113~114」に記載されているように、PDPにおいて、放電開始電圧Vfは、Pとdとの積[P×d]の関数として表すことができ、バッシュェンの法則と呼ばれている。

【0040】図5は、この関数をグラフに表したもので、PDPの放電電極間の距離dが大きい場合(d=0.1mm)と小さい場合(d=0.05mm)における、放電ガスの封入圧力Pに対する放電開始電圧Vfの関係を示している。このグラフに示されるように、放電ガスの封入圧力Pに対する放電開始電圧Vfは、極小値を有する曲線である。

【0041】そして、この極小値を示す封入圧力Pは、dが小さいほど大きくなっており、d=0.1mmのグラフaでは約300 Torrのときに極小値を示しているのに対して、d=0.05mmのグラフbでは約600 Torrのときに極小値を示している。これより、PDPの駆動電圧の低く抑えるためには、放電電極間の距離dに対応する適当な封入圧力に設定することが好ましく、この適当な圧力は、距離dが小さいほど大きくなることがわかる。

【0042】そして、放電電極間の距離dを0.1mm以下(特に0.05mm程度)に設定する場合には、放電ガスの封入圧力を500~760 Torr程度に設定してもPDPの駆動電圧を低く抑えることができると言うこともできる。以上説明したように、本実施の形態のPDPは、放電ガスのXe含有量が10体積%以上、封入圧力が500~760 Torrに設定されているため高いパネル輝度を得ることができると共に、放電電極間の距離dが0.1mm以下に設定されているためPDPの駆動電圧を低く抑えることができる。更に、保護層が(100)配向の緻密な酸化マグネシウムからなるため保護効果に優れ、パネル寿命が優れたものとなる。

【0043】〔実施の形態2〕本実施の形態のPDPは、全体的な構成及び製法については実施の形態1のPDPと同様であるが、(100)面配向の緻密な酸化マグネシウムからなる保護層が、以下に示す印刷法によって形成されている点が異なっている。

(印刷法による保護層の形成) 結晶構造が板状のマグネシウム塩を、ペースト状にして誘電体ガラス層上に印刷し、焼成することによって、(100)面配向の緻密な酸化マグネシウムからなる保護層を形成する。

【0044】板状のマグネシウム塩としては、板状の炭酸マグネシウム[MgCO₃]、板状の水酸化マグネシウム[Mg(OH)₂]、板状結晶のシュウ酸マグネシ

ウム $[MgC_2O_4]$ 等を挙げることができる。これらの製法については、下記実施例 10~14 において示す。このように印刷法によって (100) 面配向の緻密な酸化マグネシウムからなる保護層を形成した場合においても、実施の形態 1 で説明した保護層の効果と同様の効果を奏する。

【0045】〔実施の形態 3〕本実施の形態の PDP は、全体的な構成及び製法については実施の形態 1 の PDP と同様であるが、放電ガスに Ar や Kr が混合されたガス、即ち Ar-Xe 系、Kr-Xe 系、Ar-Ne-Xe 系、Ar-He-Xe 系、Kr-Ne-Xe 系、Kr-He-Xe 系のガスをを用いている点が異なっている。

【0046】このように、放電ガスに、Ar や Kr を混合することによって、更にパネル輝度を向上させることができるが、これは、Xe の発光による紫外線中の 173nm の割合が更に増大するためと考えられる。ここで、Xe の含有量としては、70 重量% を越えると駆動電圧が高くなる傾向を示すので、10~70 重量% の範囲が好ましい。

【0047】また、Ar-Ne-Xe 系、Ar-He-Xe 系、Kr-Ne-Xe 系、Kr-He-Xe 系といった 3 元系の場合、Kr や Ar の含有量は 10~50 重量% の範囲とし、He や Ne の含有量も 10~50 重量% の範囲とすることが好ましいと考えられる。また、本実施の形態における保護層の形成方法は、実施の形態 1 と同様に熱 CVD 法或はプラズマ CVD 法によって (100) 面配向の酸化マグネシウムの保護層を形成する方法の他に、以下に示すようにイオンビームまたは電子ビームを照射しながら酸化マグネシウムを蒸着することによって (110) 面配向の酸化マグネシウムを形成する方法を用いる。

【0048】(イオンビーム又は電子ビームを照射しながらアルカリ土類の酸化物を蒸着させて保護層を形成する方法) 図 6 は、本実施の形態の PDP において、保護層を形成する際に用いるイオンビーム、電子ビーム照射装置の概略図である。この装置において、真空チャンバー 45 内には、誘電体ガラス層が形成されたガラス基板 41 が装着されており、アルカリ土類の酸化物(本実施の形態では酸化マグネシウム)を蒸発させる電子銃 42 が設けられている。

【0049】イオンガン 43 は、電子銃 42 で蒸発させたアルカリ土類の酸化物にイオンビームを照射するものであり、電子銃 44 は、電子銃 42 で蒸発させたアルカリ土類の酸化物に電子ビームを照射するものである。この装置を用いて、次のようにイオンビーム又は電子ビームを照射しながらアルカリ土類の酸化物の蒸着を行う。

【0050】先ず、誘電体ガラス層が形成されたガラス基板 41 を真空チャンバー 45 内にセットし、アルカリ土類の酸化物の結晶を電子銃 42 の中に入れる。真空チャンバー 45 内を真空にして、基板 41 を加熱する (150℃)。そして、電子銃 42 でアルカリ土類の酸化物を蒸発させると共に、イオンガン 43 もしくは電子銃 44 を用いてアルゴンのイオンビームもしくは電子ビームを基板 41 に向けて照射することによって、アルカリ土類の酸化物の保護層を形成する。

10 【0051】このように、イオンビームや電子ビームを照射しながら蒸着する方法でアルカリ土類の酸化物の保護層を形成することによって、アルカリ土類の酸化物の結晶は緩やかに成長し配向性がコントロールされ、(110) 面配向の緻密なアルカリ土類の酸化物からなる保護層を形成することができる。そして、この保護層は、実施の形態 1 で説明した (100) 面配向の緻密なアルカリ土類の酸化物の層とほぼ同様の効果を奏する。

20 【0052】〔実施の形態 4〕本実施の形態の PDP は、全体的な構成及び製法については実施の形態 1 の PDP と同様であるが、セルピッチは実施の形態 1 の場合よりも大きく設定され、放電ガス [He-Xe 系の混合ガス] の Xe 含有量は 10 体積%未満に設定されている。なお、電極間距離 d については、実施の形態 1 の場合と同等もしくはより大きく設定されている。

30 【0053】また、本実施の形態では、保護層を形成する (100) 面配向した緻密なアルカリ土類の酸化物が、酸化マグネシウム $[MgO]$ に限られず、酸化ベリリウム $[BeO]$ 、酸化カルシウム $[CaO]$ 、酸化ストロンチウム $[SrO]$ 、酸化バリウム $[BaO]$ からなるものもある。このような保護層は、実施の形態 1 で説明した熱 CVD 法或はプラズマ CVD 法によって、アルカリ土類の種類に応じたソースを用いて形成することができる。

40 【0054】このように (100) 面配向した酸化ベリリウム、酸化カルシウム、酸化ストロンチウム、酸化バリウムからなる保護層も、実施の形態 1 で説明した (100) 面配向した酸化マグネシウムの保護層とほぼ同様の効果を奏する。なお、本実施の形態では、前面ガラス基板上に形成される放電電極は、酸化スズ - 酸化アンチモン、或は酸化インジウム - 酸化スズで構成されている。

【0055】

【実施例】

【実施例 1~9】

【0056】

【表 1】

試料 番号	保護層の 形成方法	CVD 原料	気化器 の温度 (℃)	ガラス 基板の 加熱温 度(℃)	X 線解析 結果	放電ガスの 種類と比率 ()内%	封入 ガス 圧力 (Torr)	紫外線の 波長	パネル の輝度 (初期値) (cd/m ²)	150V,30KHz,7000時間 後の特性変化率	
										パネル輝度 (%)	放電維持 電圧(%)
1	熱CVD法	Mg(C ₁₁ H ₁₉ O ₂) ₂	125	350	(100)面配向	He(90)-Xe(10)	500	173nmを中心とする分子線	430	-8.4	2.4
2	プラズマ CVD法	Mg(C ₁₁ H ₁₉ O ₂) ₂	125	250	〃	He(80)-Xe(20)	600	〃	450	-7.8	2.2
3	熱CVD法	Mg(C ₅ H ₇ O) ₂	185	400	〃	He(50)-Xe(50)	650	〃	460	-7.5	2.3
4	プラズマ CVD法	〃	〃	300	〃	He(10)-Xe(90)	700	〃	440	-7.0	2.4
5	熱CVD法	Mg(C ₅ H ₅) ₂	80	350	〃	He(1)-Xe(99)	650	〃	430	-7.2	2.3
6	プラズマ CVD法	〃	80	250	〃	He(30)-Xe(70)	760	〃	435	-7.5	2.5
7	熱CVD法	Mg(C ₁₁ H ₁₉ O ₂) ₂	125	350	〃	He(98)-Xe(2)	300	147nmを中心とする共鳴線	205	-9.4	2.5
8	〃	〃	〃	〃	〃	He(80)-Xe(20)	450	〃	210	-9.5	2.8
9	〃	〃	〃	〃	〃	He(90)-Xe(5)	550	〃	205	-9.8	2.9

表1に示したNo. 1～9のPDPは、上記実施の形態1に基づいて作製したものであって、PDPのセルサイズは、4.2インチのハイビジョンテレビ用のディスプレイに合わせて、隔壁17の高さは0.15mm、隔壁17の間隔(セルピッチ)は0.15mmに設定し、放電電極12の電極間距離dは0.05mmに設定した。

【0057】鉛系の誘電体ガラス層13は、75重量%の酸化鉛[PbO]と15重量%の酸化硼素[B₂O₃]と10重量%の酸化珪素[SiO₂]と有機バインダー[α-ターピネオールに10%のエチルセルローズを溶解したもの]とを混合してなる組成物を、スクリーン印刷法で塗布した後、520℃で10分間焼成することによって形成し、その膜厚は20μmに設定した。

【0058】放電ガスにおけるHeとXeの比率及び封入圧力は、表1の各該当欄に示す条件に設定した。ただし、No. 7～9のPDPは、表1に示すように、No. 7, 9では放電ガス中のXeの比率を10体積%未満とし、No. 7, 8では放電ガスの封入圧力を500Torr未満とした。保護層の形成方法については、No. 1, 3, 5, 7, 8, 9では保護層を熱CVD法で形成し、No. 2, 4, 6では保護層をプラズマCVD法で形成した。

【0059】また、No. 1, 2, 7, 8, 9ではMagn

esium Dipivaloyl Methane [Mg(C₁₁H₁₉O₂)₂]

20 を、No. 3, 4ではMagnesium Acetylacetonate [Mg(C₅H₇O₂)₂]を、No. 5, 6ではCyclopentadienyl Magnesium [Mg(C₅H₅)₂]をソースとして用いた。また、気化器22, 23の温度、ガラス基板27の加熱温度は、表1の各欄に示す条件に設定して作製した。

【0060】なお、熱CVD法の場合、Arガスの流量は1 l/分、酸素の流量は2 l/分で、共に1分間流し、膜形成速度は1.0μm/分に調整し、酸化マグネシウムの保護層の厚さは1.0μmに設定した。プラズマCVD法の場合、Arガスの流量は1 l/分、酸素の流量は2 l/分として共に1分間流し、高周波の印加も300Wで1分間行い、膜形成速度は0.9μm/分に調整し、形成する酸化マグネシウムの保護層の厚さは0.9μmに設定した。

【0061】このように形成したNo. 1～9の保護層をX線解析した結果、いずれも酸化マグネシウムの結晶が(100)面に配向していることが確認された。

【実施例10～15】

【0062】

40 【表2】

試料 番号	板状MgO 合成のため の原料	合成された 板状マグネ シウム塩	印刷 膜厚 (μm)	パネル 焼成温 度($^{\circ}\text{C}$)	X線解析 結果	放電ガスの 種類と比率 ()内%	封入 ガス 圧力 (Torr)	紫外線の 波長	パネル の輝度 (初期値) (cd/m^2)	150V, 30KHz, 7000時間 後の特性変化率	
										パネル輝度 (%)	放電維持 電圧(%)
10	$\text{MgCl}_2 \cdot \text{NH}_4\text{HC}_2\text{O}_4$	MgC_2O_4	3.5	500	(100)面配向	Ne(50)-Xe(50)	650	173nmを中心 とする分子線	410	-5.8	2.2
11	$\text{MgCl}_2 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	MgCO_3	〃	〃	〃	Ne(30)-Xe(70)	700	〃	425	-6.5	2.8
12	$\text{MgCl}_2 \cdot \text{NaOH}$	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	〃	〃	〃	Ne(60)-Xe(40)	550	〃	430	-7.2	2.6
13	〃	〃	〃	〃	〃	Ne(1)-Xe(99)	600	〃	415	-7.5	2.8
14	〃	〃	〃	〃	〃	Ne(90)-Xe(10)	760	〃	408	-7.2	2.9
15	MgOを電子ビームで加熱して真空蒸着				(111)面配向	Ne(50)-Xe(50)	650	〃	380	-15.8	3.2

表2に示したNo. 10～15のPDPは、セルサイズや放電電極12の電極間距離dについては上記No. 1～9のPDPと同じに設定した。No. 10～14のPDPは、実施の形態2に基づいて作製したものであり、No. 15のPDPは、保護層を従来の真空蒸着法によって形成したものである。

【0063】No. 10では、板状のシュウ酸マグネシウム $[\text{MgC}_2\text{O}_4]$ を、塩化マグネシウム $[\text{MgCl}_2]$ 水溶液にシュウ酸アンモニウム $[\text{NH}_4\text{HC}_2\text{O}_4]$ を加えてシュウ酸マグネシウム水溶液を作成し、これを 150°C で加熱することによって作成した。No. 11では、板状の炭酸マグネシウムを、塩化マグネシウム $[\text{MgCl}_2]$ 水溶液に炭酸アンモニウム $[(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3]$ を加えることによって作製した炭酸マグネシウム $[\text{MgCO}_3]$ を、炭酸ガス $[\text{CO}_2]$ 中で 900°C に加熱することによって作製した。

【0064】No. 12～14では、板状の水酸化マグネシウムを、塩化マグネシウム $[\text{MgCl}_2]$ 水溶液に水酸化ナトリウム $[\text{NaOH}]$ を加えることによって作製した水酸化マグネシウム $[\text{Mg}(\text{OH})_2]$ を、5気

圧に加圧され 900°C に加熱された水酸化ナトリウム中で加圧加熱することによって作製した。このように作製した板状の各マグネシウム塩を、3本ロールで、有機バインダ〔10重量%のエチルセルロースを90重量%のターピネオールに溶解した溶液〕と混練してペーストを作製し、これをスクリーン印刷法によって誘電体ガラス層上に $3.5\mu\text{m}$ の膜厚で印刷した。

【0065】そして、 500°C で20分間焼成することによって膜厚約 $1.7\mu\text{m}$ の酸化マグネシウムの保護層を形成した。このように形成したNo. 10～14の保護層をX線解析した結果、いずれも酸化マグネシウムの結晶が(100)面に配向していることが確認された。

No. 15では、保護層を、酸化マグネシウムを電子ビームで加熱して蒸着させる真空蒸着法によって形成した。この保護層をX線解析した結果、酸化マグネシウムが(111)面に配向していることが確認された。

【0066】〔実施例16～34〕

【0067】

【表3】

20

30

試料 番号	保護層の 形成方法	CVD 原料	気化器 の温度 (℃)	ガラス 基板の 加熱温 度(℃)	X線解析 結果	放電ガスの 種類と比率 ()内%	封入 ガス 圧力 (Torr)	紫外線 の波長	パネル の輝度 (初期値) (cd/m ²)	170V, 30KHz, 5000時間 後の特性変化率	
										パネル輝度 (%)	放電維持 電圧(%)
16	熱CVD法	Mg(C ₁₁ H ₁₉ O ₂) ₂	125	350	(100)面配向	Ar(90)-Xe(10)	500	173nmを中心とする分子線	501	-6.5	2.0
17	プラズマCVD法	Mg(C ₁₁ H ₁₉ O ₂) ₂	125	250	〃	Ar(50)-Xe(50)	600	〃	505	-5.2	1.9
18	イオンビームを照射しながらMgOを蒸着			150	(110)面配向	Ar(30)-Xe(70)	550	〃	502	-5.8	2.1
19	電子ビームを照射しながらMgOを蒸着			〃	〃	〃	〃	〃	498	-6.0	2.2
20	〃			〃	〃	Kr(90)-Xe(10)	650	〃	512	-6.2	2.5
21	イオンビームを照射しながらMgOを蒸着			〃	〃	Kr(50)-Xe(50)	550	〃	516	-7.1	2.2
22	〃			〃	〃	Kr(30)-Xe(70)	590	〃	513	-6.0	2.3
23	プラズマCVD法	Mg(C ₁₁ H ₁₉ O ₂) ₂	125	250	(100)面配向	Xe(10)-Ar(40)-Ne(50)	760	〃	495	-4.2	2.4
24	〃	〃	〃	〃	〃	Xe(40)-Ar(50)-Ne(10)	600	〃	513	-5.8	2.1
25	イオンビームを照射しながらMgOを蒸着			150	(110)面配向	Xe(70)-Ar(10)-Ne(20)	550	〃	508	-5.9	2.3
26	〃			〃	〃	Xe(10)-Ar(40)-Ne(50)	520	〃	506	-5.2	2.6
27	熱CVD法	Mg(C ₁₁ H ₁₉ O ₂) ₂	125	350	(100)面配向	Xe(40)-Ar(50)-Ne(10)	580	〃	518	-5.0	2.5
28	プラズマCVD法	〃	〃	250	〃	Xe(70)-Ar(10)-Ne(20)	610	〃	503	-4.9	2.1
29	〃	〃	〃	〃	〃	Xe(10)-Ar(40)-Ne(50)	650	〃	521	-4.5	2.4
30	電子ビームを照射しながらMgOを蒸着			150	(110)面配向	Xe(40)-Ar(50)-Ne(10)	700	〃	510	-4.3	2.3
31	〃			〃	〃	Xe(70)-Ar(10)-Ne(20)	630	〃	508	-4.7	2.2
32	プラズマCVD法	Mg(C ₁₁ H ₁₉ O ₂) ₂	125	250	(100)面配向	Xe(10)-Ar(40)-Ne(50)	500	〃	518	-5.0	2.7
33	〃	〃	〃	〃	〃	Xe(40)-Ar(50)-Ne(10)	750	〃	511	-4.4	2.6
34	イオンビームを照射しながらMgOを蒸着			150	(110)面配向	Xe(70)-Ar(10)-Ne(20)	590	〃	506	-4.9	2.4

表3に示すNo. 16～34のPDPは、実施の形態3に基づいて作製したものであって、放電ガスは「放電ガスの種類と比率」の欄に記載されている組成のものを用い、「封入ガス圧力」の欄に記載されている封入圧力に設置した。保護膜の形成については、No. 16, 27では熱CVD法、No. 17, 23, 24, 28, 32, 33ではプラズマCVD法によって、マグネシウムジビロイルメタン [Mg(C₁₁H₁₉O₂)₂] をソースとして用い、実施の形態1と同様の方法で形成した。【0068】また、No. 18, 21, 22, 25, 26, 34ではイオンビーム（電流10mA）を照射しな

がら酸化マグネシウムを蒸着する方法で、No. 19, 20, 30, 31では電子ビーム（電流10mA）を照射しながら酸化マグネシウムを蒸着する方法で、膜厚5000Åの保護層を形成した。保護層についてのX線解析を行なった結果、イオンビームや電子ビームを照射しながら酸化マグネシウムを蒸着する方法で形成したものは、いずれも結晶面が(110)面に配向していることが確認された。

30 【0069】【実施例35～66】

【0070】

【表4】

試料 番号	CVD原料	気化器 の温度 (℃)	ガラス 基板の 加熱温 度(℃)	保護層の 形成方法	Arガス 流量 (ℓ/分)	O ₂ ガス 流量 (ℓ/分)	X線解析結果 アルカリ土類 酸化物の種類	アルカリ土類 酸化物の		150V 30KHz 7000時間 後の特性変化率
								膜厚 (μm)	析出速度 (μm/分)	
35	Mg(C ₂ H ₅ O) ₂	125	350	熱CVD法	1	2	MgO	1.0	1.0	-9.5%
36	〃	〃	250	プラズマCVD法	〃	〃	〃	0.9	0.9	2.6%
37	Be(C ₂ H ₅ O) ₂	110	350	熱CVD法	〃	〃	BeO	〃	〃	-8.5%
38	〃	〃	250	プラズマCVD法	〃	〃	〃	0.8	0.8	-10.2%
39	Ca(C ₂ H ₅ O) ₂	130	400	熱CVD法	〃	〃	CaO	0.7	0.7	-10.1%
40	〃	〃	300	プラズマCVD法	〃	〃	〃	1.0	1.0	-9.4%
41	Sr(C ₂ H ₅ O) ₂	135	400	熱CVD法	〃	〃	SrO	0.9	0.9	-9.2%
42	〃	〃	300	プラズマCVD法	〃	〃	〃	0.7	0.7	-9.3%
43	Ba(C ₂ H ₅ O) ₂	140	400	熱CVD法	〃	〃	BaO	0.6	0.6	-9.1%
44	〃	〃	300	プラズマCVD法	〃	〃	〃	0.8	0.8	-9.1%
45	Mg(C ₂ H ₅ O) ₂	185	400	熱CVD法	1.5	2.5	MgO	0.6	0.6	-8.5%
46	〃	〃	300	プラズマCVD法	〃	〃	〃	0.5	0.5	-8.3%
47	Be(C ₂ H ₅ O) ₂	150	400	熱CVD法	1.3	2.4	BeO	0.8	0.8	-8.5%
48	Ca(C ₂ H ₅ O) ₂	190	350	〃	0.8	2.0	CaO	0.7	0.7	-9.0%
49	Sr(C ₂ H ₅ O) ₂	195	〃	〃	〃	〃	SrO	0.8	0.8	-9.2%
50	Ba(C ₂ H ₅ O) ₂	200	350	〃	〃	〃	BaO	0.7	0.7	-9.5%
51	Mg(C ₂ H ₅ O) ₂	115	450	〃	0.5	1.5	MgO	0.7	0.7	-8.8%
52	〃	〃	350	プラズマCVD法	〃	〃	〃	0.6	0.6	-8.5%
53	Be(C ₂ H ₅ O) ₂	100	450	熱CVD法	〃	〃	BeO	0.8	0.8	-8.5%
54	Ca(C ₂ H ₅ O) ₂	120	〃	〃	〃	〃	CaO	0.6	0.6	-8.2%
55	Sr(C ₂ H ₅ O) ₂	125	〃	〃	〃	〃	SrO	0.5	0.5	-9.3%
56	Ba(C ₂ H ₅ O) ₂	130	〃	〃	〃	〃	BaO	0.4	0.4	-8.8%
57	Mg(C ₂ H ₅ O) ₂	80	350	〃	1	2	MgO	1.1	1.1	-7.5%
58	〃	〃	250	プラズマCVD法	〃	〃	〃	0.9	0.9	-7.1%
59	Be(C ₂ H ₅ O) ₂	75	350	熱CVD法	〃	〃	BeO	1.2	1.2	-7.0%
60	〃	〃	250	プラズマCVD法	〃	〃	〃	1.0	1.0	-6.9%
61	Ca(C ₂ H ₅ O) ₂	90	350	熱CVD法	〃	〃	CaO	0.9	0.9	-8.2%
62	〃	〃	250	プラズマCVD法	〃	〃	〃	0.8	0.8	-8.3%
63	Sr(C ₂ H ₅ O) ₂	95	350	熱CVD法	〃	〃	SrO	0.8	0.8	-8.9%
64	Ba(C ₂ H ₅ O) ₂	98	350	プラズマCVD法	〃	〃	〃	0.7	0.7	-9.0%
65	〃	〃	250	熱CVD法	〃	〃	BaO	0.9	0.9	-9.0%
66	〃	〃	350	プラズマCVD法	〃	〃	〃	0.7	0.7	-8.0%
67	MgOを電子ビームで蒸着して真空蒸着する	〃	350	真空蒸着法	〃	〃	MgO	0.8	0.8	-8.0%
68	MgOをターゲットとするスパッタリング法	〃	〃	スパッタ法	〃	〃	〃	0.5	0.5	-15.2%
69	MgOペーストによるスクリーン印刷法	〃	〃	スクリーン印刷法	〃	〃	〃	1.0	1.0	-10.2%
70	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	-25.1%

表4に示すNo. 35～66のPDPは、上記実施の形態4に基づいて作製したものであって、隔壁の高さは0.2mm、隔壁の間隔(セルピッチ)は0.3mm、放電電極の電極間距離dは0.05mmに設定した。また、放電ガスはXeを5体積%含有するHe-Xe混合ガスであり、封入圧力は500Torrに設定した。

【0071】放電電極は、10重量%の酸化スズ[SnO₂]を含む酸化インジウム[In₂O₃]から成り、ス

パッタ法とフォトリソグラフィ法とを組み合わせた製法で形成した。保護層は、熱CVD法またはプラズマCVD法で、表4の「CVD原料」の欄に示す各種アルカリ土類の金属キレートもしくはシクロペンタジエニル化合物をソースとして用い、「アルカリ土類酸化物の種類」の欄に示す酸化マグネシウム、酸化ベリリウム、酸化カルシウム、酸化ストロンチウム、酸化バリウムの層を形成した。

【0072】これらの保護層についてX線解析を行なった結果、いずれも(100)面に配向していることが確認された。

【比較例】表4に示すNo. 67~69のPDPも、No. 35~66のPDPと同様に作製したものであるが、保護層の形成方法が異なっており、No. 67では酸化マグネシウムを電子ビームで加熱して蒸着させる真空蒸着法、No. 68では酸化マグネシウムをターゲットとするスパッタリング法、No. 69では酸化マグネシウムのペーストを用いたスクリーン印刷法によって保護層を形成した。

【0073】これらの保護層についてX線解析を行なった結果、No. 67及びNo. 69では保護層の酸化マグネシウムが(111)面に配向していることが確認された。また、No. 68では保護層の酸化マグネシウムが(100)面に配向していることが確認されたが、スパッタリング法によって形成しているため、酸化マグネシウムの層が緻密には形成されていないものと考えられる。

【0074】〈実験の部〉

(実験1) 紫外線波長並びにパネルの輝度(初期値)の測定

実験方法: No. 1~15のPDPについては、放電維持電圧150V、周波数30KHzで駆動させた時の紫外線波長、パネルの輝度(初期値)を測定した。

【0075】No. 16~No. 34のPDPについては、放電維持電圧170V、周波数30KHzで駆動させた時の紫外線波長、パネルの輝度(初期値)を測定した。

結果と考察: 表1~3に示されるように、No. 7~9のPDPでは、主に波長147nmを中心とするXeの共鳴線が観測され、低いパネル輝度(200cd/m²程度)を示したのに対して、No. 1~6及びNo. 10~34のPDPでは、主に波長173nmを中心とするXeの分子線が観測され、高いパネル輝度(400cd/m²程度以上)を示した。中でもNo. 16~No. 34のPDPは、高いパネル輝度(500cd/m²程度以上)を示した。

【0076】これより、放電ガスのXeの含有量を10体積%以上とし、封入圧力を500Torr以上とすることによって、パネル輝度向上の顕著な効果が得られることがわかり、また、放電ガスにKrやArを混入させることによって更に高いパネル輝度が得られることがわかる。なお、No. 15のPDPは、No. 1~6及びNo. 10~14のPDPと比べてパネル輝度が若干低い、これは、保護層が(111)面配向の酸化マグネシウムからなるので、(100)面配向の酸化マグネシウムの場合と比べて、保護層の2次電子の放出量が低いためと考えられる。

【0077】(実験2) パネル輝度及び放電維持電圧の

変化率の測定

実験方法: No. 1~15、No. 35~69のPDPについては、初期の放電維持電圧150V、周波数30KHzで7000時間駆動し、パネル輝度の変化率及び放電維持電圧の変化率(初期値に対する7000時間駆動後の値の変化率)を測定した。

【0078】No. 16~No. 34のPDPパネルについては、初期の放電維持電圧170V、周波数30KHzで5000時間駆動した後のパネルの輝度の変化率及び放電維持電圧の変化率を測定した。

結果と考察: 表1, 2に示されるように、No. 1~6及びNo. 10~14のPDPでは、No. 7~9のPDPと比べて、パネル輝度の変化率が小さい。また、表3に示されるように、No. 16~34のPDPでは、パネル輝度の変化率及び放電維持電圧の変化率が全体的に小さい値を示している。

【0079】これより、PDPの放電ガスのXeの含有量を10体積%以上とし、封入圧力を500Torr以上に設定することによって、パネル輝度の変化も小さくなるのがわかる。また、No. 1~14のPDPは、No. 15のPDPと比べて、パネル輝度の変化率及び放電維持電圧の変化率が小さいが、これは、保護層が(100)面配向の酸化マグネシウムからなる場合には、(111)面配向の場合と比べて耐スパッタリング性が高く、誘電体ガラス層の保護効果が大きいことを示している。

【0080】表4では、No. 35~66のPDPにおいては、パネル輝度の変化率及び放電維持電圧の変化率が小さい値を示し、No. 67~69のPDPにおいては、大きい値を示している。これより、熱CVD法、プラズマCVD法、或はイオンビームや電子ビームを照射しながら蒸着する方法によって形成した(100)面配向または(110面)配向のアルカリ土類の酸化物からなる保護層は、(111)面配向のものに比べて、一般的に耐スパッタリング性が高く、誘電体ガラス層の保護効果が大きいことがわかる。但し、No. 67のPDPのように、保護層が(100)面配向のアルカリ土類の酸化物からなるものであってもスパッタリング法で形成されたものはパネル輝度の変化率及び放電維持電圧の変化率が大きく、誘電体ガラス層の保護効果が小さいこともわかる。

【0081】これは、熱CVD法、プラズマCVD法、或はイオンビームや電子ビームを照射しながら蒸着する方法で保護層を形成する場合は、アルカリ土類の酸化物の結晶の成長を緩やかにコントロールすることができ、(100)面配向或は(110)面配向の緻密な層が形成されるのに対して、スパッタリング法で保護層を形成する場合は、結晶の成長を緩やかにコントロールすることができず、(100)面配向となっても層が緻密に形成されないためと考えられる。

【0082】(その他の事項)

*表1~4の「気化器の温度」、「ガラス基板の加熱温度」、「パネル焼成温度」、「印刷膜厚」、「Arガス流量」、「O₂ガス流量」の欄に示されている各数値は、各アルカリ土類の原料に対して最適と考えられる数値を示したものである。

【0083】*表4に示されるパネルの輝度の変化率や放電維持電圧の変化率の結果は、放電ガス中のXeの含有量が5体積%のPDPについてのものであるが、放電ガス中のXeの含有量を10体積%以上とした場合においても、これと同様の結果が得られる。

*上記実施の形態のPDPでは、隔壁17を背面ガラス基板15上に固着して背面パネルを構成する例を示したが、本発明は、これに限定されることなく、例えば隔壁が前面パネル側に取り付けられたもの等にも適用でき、一般的なAC型のPDPに対して適用することができる。

【0084】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のPDPは、放電ガス中のXeの含有量を従来よりも大きい10体積%以上、100体積%未満の範囲に設定すると共に、放電ガスの圧力を従来よりも高い500 Torr ~ 760 Torrの範囲に設定することによって、従来のPDPと比べて高いパネル輝度を得ることができる。

【0085】特に、放電ガスを、Ar-Xe系、Kr-Xe系、Ar-Ne-Xe系、Ar-He-Xe系、Kr-Ne-Xe系、Kr-He-Xe系とすることにより、高いパネル輝度を得ることができる。更に、本発明は、誘電体ガラス層の表面に(100)面または(110)面配向したアルカリ土類の酸化物からなる保護層を配設することによって、誘電体ガラス層の劣化を抑制する効果を優れたものとし、放電電圧を低く維持することができる。

【0086】特に、保護層を、熱化学蒸着法もしくはプラズマ化学蒸着法で、アルカリ土類の有機金属化合物及び酸素を用いて形成することにより、優れた効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態に係る交流面放電型PDPの概略断面図である。

【図2】保護層14を形成する際に用いるCVD装置の概略図である。

【図3】He-Xe系の放電ガスを用いたPDPにおい

て、封入ガス圧を変化させたときの、Xeが発光する紫外線の波長と発光量との関係を示す特性図である。

【図4】各色蛍光体について励起波長と相対放射効率との関係を示す特性図である。

【図5】PDPの放電電極間の距離dが大きい場合と小さい場合における、放電ガスの封入圧力Pに対する放電開始電圧Vfの関係を示す特性図である。

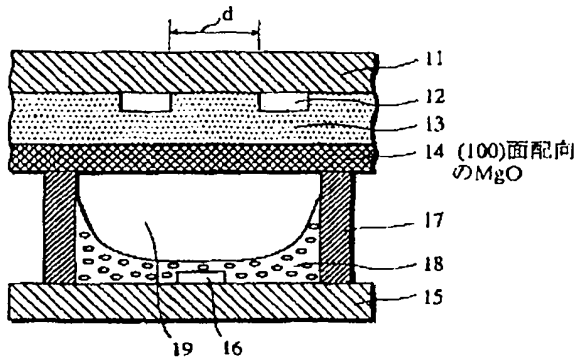
【図6】実施の形態3のPDPにおいて、保護層を形成する際に用いるイオンビーム、電子ビーム照射装置の概略図である。

【図7】従来の一般的な交流面放電型PDPの概略断面図である。

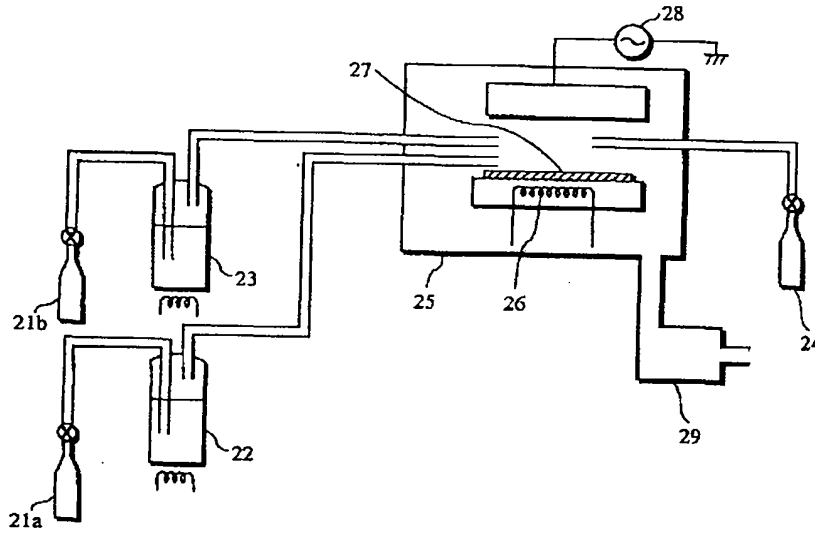
【符号の説明】

- | | | |
|----|--------|-------------|
| | 1 | フロントカバープレート |
| | 2 | 表示電極 |
| | 3 | 誘電体ガラス層 |
| | 4 | 保護層 |
| | 5 | バックプレート |
| | 6 | アドレス電極 |
| 10 | 7 | 隔壁 |
| | 8 | 蛍光体層 |
| | 9 | 放電空間 |
| | 11 | 前面ガラス基板 |
| | 12 | 放電電極 |
| | 13 | 誘電体ガラス層 |
| | 14 | 保護層 |
| | 15 | 背面ガラス基板 |
| | 16 | アドレス電極 |
| | 17 | 隔壁 |
| 30 | 18 | 蛍光体層 |
| | 19 | 放電空間 |
| | 22, 23 | 気化器 |
| | 25 | CVD装置本体 |
| | 26 | ヒーター部 |
| | 27 | ガラス基板 |
| | 28 | 高周波電源 |
| | 29 | 排気装置 |
| | 41 | ガラス基板 |
| | 42 | 電子銃 |
| 40 | 43 | イオンガン |
| | 44 | 電子銃 |
| | 45 | 真空チャンバー |

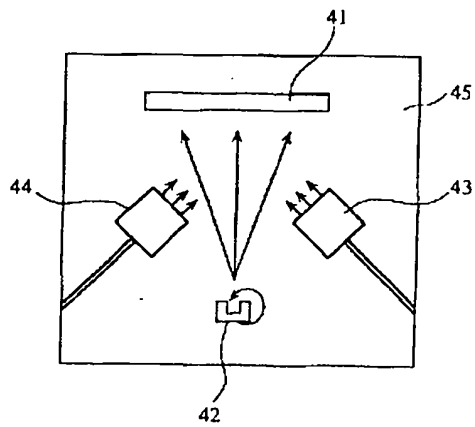
【図 1】



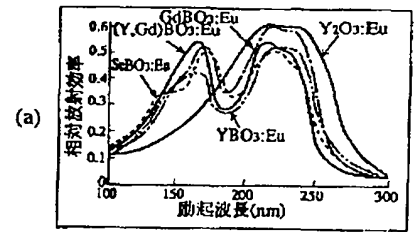
【図 2】



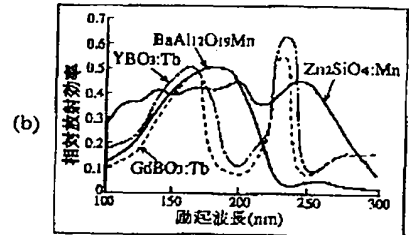
【図 6】



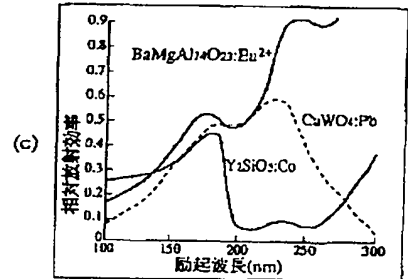
【図 4】



赤色蛍光体の励起スペクトル

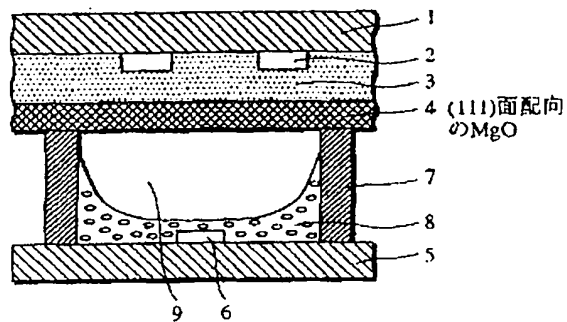


緑色蛍光体の励起スペクトル

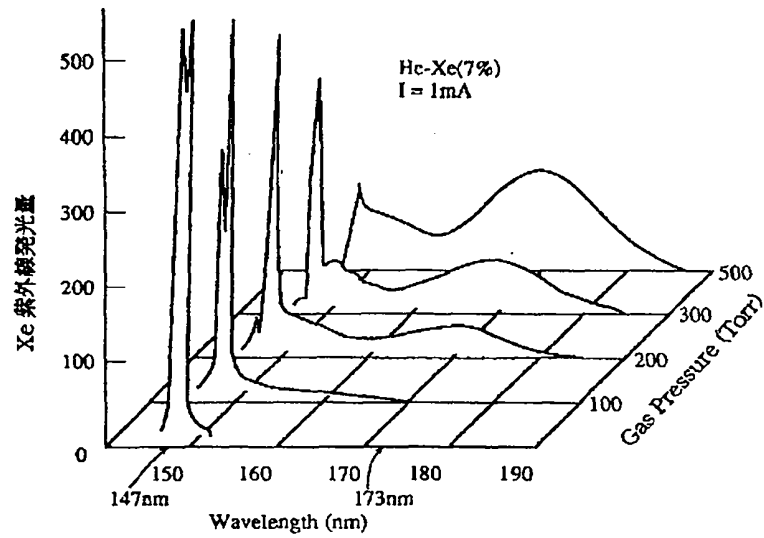


青色蛍光体の励起スペクトル

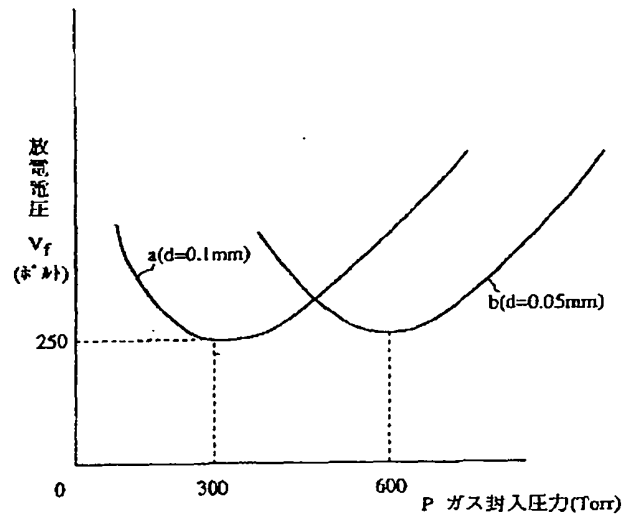
【図 7】



【図3】



【図5】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 特願平8-16326

(32)優先日 平8(1996)2月1日

(33)優先権主張国 日本(JP)

(72)発明者 大谷 光弘

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 井波 敬

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 河村 浩幸

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 田中 博由

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 村井 隆一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 西村 豊

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 石倉 靖久

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 山下 勝義

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内